LA PROSPECTION AU NOUVEAU-BRUNSWICK
QUATRIEME COURS

Dossier public 84-8

ISSN 0712-4562

NATURAL RESOURCES
NEW BRUNSWICK
RESSOURCES NATURELLES
NOUVEAU-BRUNSWICK

Government of Canada
Gouvernement du Canada

Ce rapport a été préparé à l'intention de:

Ministère des Ressources naturelles
La Direction des Ressources minières
Nouveau-Brunswick

Hon. Gerald S. Merrithew, Ministre

1984

Subvention partielle de:

Gouvernement du Canada
Expansion économique régionale

Hon. Edward C. Lumley, Ministre

LA PROSPECTION AU NOUVEAU-BRUNSWICK
QUATRIEME COURS
(PROCESSUS SOUTERRAINS ET CARTES GEOLOGIQUES)

La Direction des Ressources minières
Ministère des Ressources naturelles
Nouveau-Brunswick

Ce projet est un projet de développement fédéral-provincial de la province du Nouveau-Brunswick et du ministère fédéral de l'Expansion économique régionale financé en vertu de l'entente auxiliaire sur les minéraux et les carburants de l'Entente-cadre de développement Canada/Nouveau-Brunswick.

Les personnes intéressées peuvent se procurer des exemplaires du rapport en s'adressant à:

La Direction des Ressources minières
Ministère des Ressources naturelles
C.P. 6000, Fredericton, N.-B. E3B 5H1

Rapport N°: Dossier public 84-8

Auteur: W. E. Hale (l'université du Nouveau-Brunswick)

Première page: Tim Fevens

N° de catalogue: ISSN 0712-4562

LA PROSPECTION AU NOUVEAU-BRUNSWICK

Programme
de
six cours

de
l'Université du Nouveau-Brunswick
et du
Ministère des Ressources naturelles

Février 1982

Fredericton (N.-B.)

LA PROSPECTION AU NOUVEAU-BRUNSWICK
W.E. Hale

QUATRIEME COURS
Processus souterrains et cartes géologiques

		Page
4.1.0	NOTES A L'INTENTION DES ETUDIANTS	1
A.	PROCESSUS SOUTERRAINS	1
	1. Introduction	1
	2. Temps géologique	6
	3. Energie	8
	4. Magmatisme	12
	5. Métamorphisme	16
	6. Déformation des roches	19
	7. Résumé	24
B.	CARTES GEOLOGIQUES	24
	1. Introduction	24
	2. Echelles et données	25
	3. Affleurements et contacts géologiques, failles, plis, etc.	26
	4. Interprétation des cartes géologiques	27
	5. Exercices	29
	a. Exercice portant sur les profils géologiques	29
	b. Exercice portant sur une carte géologique: la région de Sussex	33
4.2.0	FIGURES, TABLEAUX, ETC.	
4.2.1	Faits relatifs à la terre	2
4.2.2	Tableau géochronologique	9
4.2.3	Série de réactions de Bowen et classification des roches ignées	15
4.2.4	Modes d'affleurement ou formes communes des roches ignées	16
4.2.5	La direction, le pendage et l'azimut du pendage	22
4.2.6	Toit et mur d'une faille	22
4.2.7	Partie de la carte géologique de la région de Sussex et légende (2 parties)	35
4.3.0	DIAPOSITIVES	
4.3.1	Roches métamorphiques: diaporama de J.L.M	
4.3.2	Structures géologiques: escarpements et plans inclinés de faille EI #314	
4.3.3	Structures géologiques: prolongements d'axes EI #313	
4.3.4	Structures géologiques: discordances EI #315	
4.4.0	COLLECTIONS: lexique de mots	
4.5.0	FILMS (ceux qui n'ont pas été montrés plus tôt si le temps le permet)	
4.6.0	CARTES	

4.6.1 Carte géologique du Nouveau-Brunswick 1/500 000
4.6.2 Carte de la région de Sussex 1"=1 mille

4.7.0 AUTRES ELEMENTS NECESSAIRES
Boussoles

Notes accompagnant
la série de cours sur
LA PROSPECTION AU NOUVEAU-BRUNSWICK
W.E. Hale

QUATRIEME COURS
(d'une série de 6)

PROCESSUS GEOLOGIQUES SOUTERRAINS ET CARTES GEOLOGIQUES

4.1.0 NOTES A L'INTENTION DES ETUDIANTS

A. PROCESSUS SOUTERRAINS

1. Introduction

Il est plus difficile de comprendre les conditions, les processus et les produits géologiques souterrains que ceux qui se produisent à la surface, pour la bonne raison qu'on ne les voit pas directement en action. La connaissance que nous possédons de ce qui se passe à l'intérieur de la croûte terrestre, quoique vaste, est plutôt indirecte; elle est le fruit de déductions à partir de l'interprétation d' "indices" tels que les tremblements de terre, les éruptions volcaniques, les roches plutoniques et autres.

Pour les besoins du présent programme sur la prospection, seuls les indices qui sont reliés directement à la connaissance de l'intérieur de la terre seront abordés ici. Ceux d'entre vous qui désirent approfondir ce sujet passionnant peuvent consulter les ouvrages n° 2, 6 et 10, ainsi que les listes bibliographiques qu'on y trouve, particulièrement dans l'ouvrage n° 6.

L'interprétation de la partie interne de la terre a été réalisée à partir des éléments suivants:

1) Les changements, particulièrement dans la température, qu'on peut observer à des profondeurs de plus en plus grandes sous la surface, dans les mines et les trous de forage à grande profondeur;

2) Les éruptions volcaniques qui transportent à la surface des matières souterraines; roches fondues, autres liquides et gaz;

3) Les roches (plutoniques) maintenant exposées à la surface (après avoir été soulevées à partir des parties les plus profondes de la terre) qui donnent des signes d'avoir déjà été des matières en fusion;

4) Les différences observées dans la vitesse des vibrations provenant des tremblements de terre au moment où elles traversent les diverses couches souterraines;

5) Les matières en fusion à la surface de la terre;

6) La densité des matières de surface et de la terre dans son ensemble;

7) Les météorites;

8) La formation expérimentale de roches et de minéraux;

9) La métallurgie;

10) Les changements magnétiques dans l'espace et le temps; et

11) La radioactivité.

La figure 4.2.1 donne certains faits relatifs à la terre et à ses phénomènes internes (p. 3).

Il serait peut-être bon de rappeler le commentaire que l'on faisait plus tôt au sujet de la nature dynamique ou toujours changeante de la terre. La plupart des processus géologiques se produisent très lentement, si on les compare avec d'autres phénomènes auxquels nous sommes plus familiers (soit les phénomènes climatiques: annuels, saisonniers, orages de courte durée, changements de température quotidiens; et le cycle biologique: naissance, maturation, reproduction et mort des organismes vivants). Les processus géologiques, illustrés d'une manière schématique et simplifiés dans le cycle de formation des roches (présenté au cours précédent), sont en transformation continuelle, même si ce n'est pas à un rythme constant. Le rythme ou l'intensité d'un processus donné dans l'ensemble du

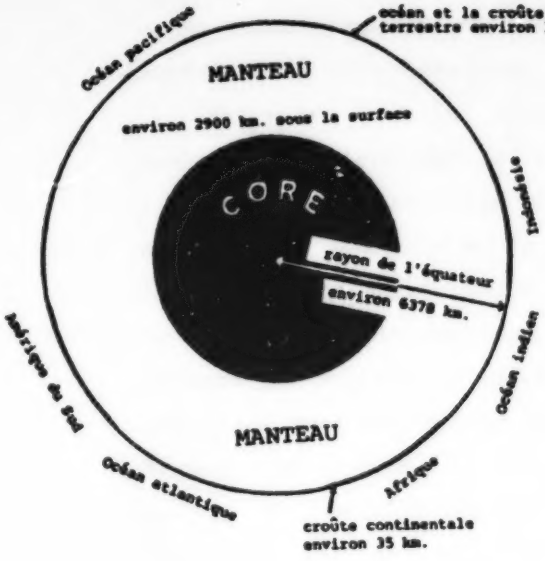


FIG. 4.2.1 - Faits relatifs à la terre.

Source: Holmes, 1978, Principles of Physical Geology, 3e édition, Thomas Nelson and Sons Ltd., Angleterre.

QUELQUES STATISTIQUES AU SUJET DE LA TERRE

Terre		
Altitude la plus élevée connue:	Pieds	Mètres
Mont Everest	29 028	8 848
Altitude moyenne	2 757	840
Océans et mers		
Profondeur la plus considérable connue:	Pieds	Mètres
Fosse des Mariannes	36 204	11 035
Profondeur moyenne	12 460	3 808
Dimension et forme	Milles	Km
Demi-axe de l'équateur, a	3 963,2	6 378,2
Demi-axe des poles, b	3 950,0	6 356,8
Rayon moyen	3 956,4	6 371,0
Circonférence à l'équateur	24 902	40 076
Circonférence dans le sens des poles (méridien)	24 857	40 009
Facteur de la forme elliptique de la terre, (a - b)/a		1/298

Surface	Millions de milles carrés	Millions de Km carrés
Terre (29,22 pour cent)	57,5	149
Couches de glace et glaciers	6	15,6
Océans et mers (70,78 pour cent)	139,4	361
Terre plus masses continentales	68,5	177,4
Océans et mers moins les masses continentales	128,4	332,6
Surface totale de la terre	196,9	510,0

Volume, densité et masse	Epaisseur moyenne ou rayon (Km)	Volume (x 10^6 km^3)	Densité moyenne (g/cm^3)	Masse (x 10^2 4 g)
Atmosphère	--	--	--	0, 005
Océans et mers	3,8	1 370	1,03	1,41
Couches de glace et glaciers	1,6	25	0,90	0,023
Ecorce continentale*	35	6 210	2,8	17,39
Ecorce océanique+	8	2 660	2,9	7,71
Manteau	2 881	898 000	4,53	4 068
Noyau	3 473	175 500	10,72	1 881
Ensemble de la terre	6 371	1 083 230	5,517	5 976

*Incluant les plateaux continentaux

+ Excluant les plateaux continentaux.

Facteurs de conversion

1 mille	= 1,609 km	1 km	= 0,621 mille
1 pied	= 0,304 mètre (m)	1 m	= 3,281 pieds
1 mille carré	= 2,59 km^2	1 km^2	= 0.386 mille carré
1 mille cube	= 4,17 km^3	1 km^3	= 0,24 mille cube

cycle varie d'une époque à l'autre et d'un endroit à l'autre à la surface et à l'intérieur de la terre.

Un autre problème relié à la compréhension des processus souterrains vient de la difficulté à imaginer la source et l'importance des énergies nécessaires, par exemple, pour déformer et soulever une chaîne de montagnes telle que les Alpes, les Himalayas, les Andes ou les montagnes rocheuses. A la surface de la terre, il n'est pas bien difficile de se rendre compte que la chaleur du soleil, la gravité, la pluie, la glace et les eaux courantes sont des forces suffisantes, sur de longues périodes de temps, pour éroder les roches solides et les transporter vers la mer. En multipliant ce processus observable (à certains endroits) par des milliers d'exemples semblables se produisant pendant des milliers d'années, on peut commencer à se faire une idée de la réduction de toute une chaîne de montagnes au niveau ou près du niveau de la mer (comme cela s'est produit au Nouveau-Brunswick). Mais qu'en est-il de l'énergie et du (ou des) processus qui est (sont) à l'origine de la formation d'une chaîne de montagnes? Les processus souterrains comprennent ceux qui sont en oeuvre pour produire les roches originelles (voir le cycle de la formation des roches, troisième cours) ou le magma fondu qui peut, sous l'effet de la pression, jaillir à la surface sous la forme de lave volcanique ou encore rester au repos et se refroidir à une certaine profondeur sous la surface. Ceci comprend également les processus qui cassent, plissent ou altèrent de quelque façon les roches déjà existantes pour ainsi produire de "nouveaux" types de roches (métamorphiques) qui ne se développent nulle part ailleurs à la surface du globe, mais qui peuvent toutefois posséder des caractéristiques reliques indiquant fortement qu'il s'agit de roches formées à partir d'anciens dépôts sédimentaires.

Non seulement y a-t-il suffisamment d'indices qu'il existe sous la surface des températures et des pressions suffisantes

pour faire fondre les roches et les altérer mécaniquement et minéralogiquement de manière à former de nouveaux types de roches, mais de plus en plus d'observations documentent l'idée que d'importantes masses à l'intérieur de la terre sont dérangées par un mouvement de poussée ou de traction qui provoque des dislocations avec d'autres masses, produisant des fissures, des fossés profonds, des chaînes de montagnes et même les bassins océaniques eux-mêmes.

2. Temps géologique

Le temps, dans le sens géologique, est probablement le concept le plus difficile à comprendre pour le non-géologue. Les malentendus et les controverses au sujet de la durée et de la division des périodes géologiques ont été à l'origine de débats violents entre les scientifiques et autres personnalités au cours du dernier siècle. (Vous trouverez un intéressant compte rendu de ces controverses dans Birth and Development of the Geological Sciences, F.D. Adams, 1954, Dover Publications, Inc.).

On a déjà parlé de temps géologique dans le cadre du présent programme, mais il serait peut-être nécessaire d'ajouter quelques commentaires afin d'aider à comprendre les processus géologiques encore plus lents qui se produisent d'une manière imperceptible sous la surface de la terre.

La géochronologie est la succession des phénomènes géologiques depuis la formation de la terre ou, plus précisément, depuis la formation de la croûte solide de la terre et de la couche d'atmosphère qui l'entoure. Ce calendrier est établi et documenté par un grand nombre de scientifiques travaillant dans diverses disciplines. On utilise deux méthodes principales pour mesurer le temps géologique.

La chronologie relative, comme son nom l'indique, est l'établissement d'une relation d'âge plus ancien/plus jeune entre deux types de roches, sans nécessairement connaître le nombre

d'années réelles qui se sont écoulées depuis leur formation. On peut facilement trouver un exemple de cette methode de détermination de l'âge géologique là où les sédiments se succèdent en plusieurs couches, soit dans les carrières de gravier ou de sable où encore le long des berges des rivières. Dans les sections des berges qui n'ont pas été dérangées, les dépôts plus anciens seront naturellement au fond et les couches "plus jeunes" se rapprocheront de la surface où les dépôts les plus récents contiennent possiblement des restes d'arbres ou de plantes en décomposition mêlés avec nos déchets modernes. Ce simple exemple sert à démontrer une des méthodes utilisées pour déterminer la différence d'âge entre diverses matières géologique sans qu'il soit nécessaire d'établir un nombre d'années. On applique cette méthode, à peu près de la même façon, aux phénomènes géologiques plus anciens et plus complexes afin d'établir leur succession dans le temps. On peut établir la chronologie relative avec plus d'assurance sur de grandes surfaces lorsqu'on peut découvrir la présence de fossiles dans les sédiments ou les roches sédimentaires.

L'établissement de la chronologie absolue nous permet de déterminer le nombre d'années réelles de certains types de roches, particulièrement en ce qui concerne les roches sédimentaires. Cette méthode repose sur la découverte, faite à peu près au début du siècle, que certains éléments naturels radioactifs qui sont présents dans la croûte terrestre peuvent devenir "emprisonnés" dans certains composés minéraux au moment de leur cristallisation. Ces éléments radioactifs, tels que l'uranium, le thorium, le potassium, se désintègrent lentement et à un taux constant, produisant ainsi d'autres éléments qu'on peut distinguer du composé "primaire". Si un minéral ne contient aucun élément en plus ou en moins depuis le moment de sa formation originelle, on peut l'extraire de la roche, déterminer la part d'éléments primaires et sécondaires qui y sont présents

et, connaissant le temps qu'il faut pour passer de l'état primaire à l'état secondaire, on peut calculer le nombre d'années que se sont écoulées depuis la cristallisation de ce minéral. Les roches ne contiennent pas toutes suffisamment d'éléments radioactifs pour permettre d'en déterminer la chronologie absolue, de sorte que cette méthode ne peut s'appliquer à toutes les matières géologiques.

Ces deux approches de détermination du temps géologique ont permis d'établir la géochronologie de l'histoire de notre planète. Les données sont incomplètes et elles sont "complètées" par des géologues utilisant les deux méthodes un peu partout dans le monde.

Vous trouverez dans la figure 4.2.2 un tableau géochronologique qui vous servira de résumé des divers phénomènes géologiques du globe. Ce tableau géologique permet également d'apprécier le fait que le temps s'étend sur une période suffisamment longue pour que les processus que nous décrivons ici puissent s'etre produits non seulement une fois, mais à de multiples reprises dans le cours de l'histoire du globe.

Vous trouverez plus de renseignements sur le temps géologique et la manière de l'établir dans l'ouvrage n° 10 (Plummer and McGeary, 1979), chapitre 8, et dans l'ouvrage n° 6 (Holmes, 1978), chapitres 13 et 30.

3. Energie

La notion de temps géologique semble avoir été suffisante pour recouvrir tous les processus de surface et souterrains qu'on peut observer ou qui ont pu se produire dans le passé à l'intérieur ou à la surface de la terre.

L'éruption des volcans, la fonte des roches de surface, la formation des montagnes et le mouvement de grandes masses de l'écorce terrestre sont des phénomènes qui exigent des quantités d'énergie provenant du soleil et de la gravité. D'autre part,

TABLEAU GEOCHRONOLOGIQUE

Ere	Périodes	Epoques	Dérivation des noms		
Cénozoïque	Quaternaire	Récent			
		Pléistocène	Pleistos	= beaucoup	Du grec: renvoie
	Tertiaire	Pliocène	Pleion	= plus	à la proportion
					de mollusques
		Miocène	Meion	= moins	marins fossiles
					+ "cene",
		Oligocène	Oligos	= peu	de Kainos
		Eocène	Eos	= aurore	= récent
		Paléocène	Palaios	= ancien	
Mésozoïque	Crétacé	(Latin) Creta = craie, abondante dans le Nord de l'Europe			
	Jurassique	De la chaîne du Jura			
	Trias	De trois formations bien distinctes de roches dans le Nord de l'Allemagne			
Paléozoïque	Permien	Perm: un ancien royaume en Russie orientale			
	Pennsylvanien	De l'Etat de la Pennsylvanie. En Europe, on l'appelle le Carbonifère (= qui renferme du charbon			
	Mississippien	De la vallée du Mississippi			
	Dévonien	Du Devonshire			
	Silurien	Silures: ancien peuple celtique habitant au pays de Galles			
	Ordovicien	Ordovices: ancien peuple celtique vivant au Nord du pays de Galles			
	Cambrien	Cambria: nom latin du pays de Galles			
Précambrien					

FIGURE 4.2.2 - Source: Milligan, G.C., 1977, The Changing Earth, McGraw-Hill Ryerson Ltd., Toronto.

Colonnes verticales parallèles se continuent à la page suivant.

Durée approximative (en millions d'années)	Temps approximatif (en millions d'années)	Formes de vie distinctives
		L'homme moderne L'homme des cavernes
2	2	Grande variété de mammifères Présence répandue des éléphantidés
3	5	Plantes à fleurs en plein épanouissement Ancêtres des chiens et des ours.
17	22	Ancêtres des cochons et des singes Ancêtres des chevaux, des vaches et des éléphants
14	36	Extinction des dinosaures
17	53	et des Ammonites
12	65	Les mammifères et les plantes à fleurs font lentement leur apparition
70	135	Les dinosaures et les Ammonites sont abondants
65	200	
40	240	Les oiseaux et les mammifères font leur apparition
40	280	Les reptiles volants et les dinosaures font leur apparition. Premiers coraux de types modernes.
90	370	Arrivée des reptiles et des amphibiens. Apparition des conifères et des
45	415	coléoptères Forêts de charbon. Premiers reptiles et insectes volants.
30	445	Premiers amphibiens et Ammonites. Premiers arbres et premières araignées.
70	515	Arrivée des poissons. Premières plantes terrestres à spores. Premiers récifs de coraux connus.
75	590	Premiers vertébrés aquatiques. Grande abondance de trilobites et de graptolites.
3000		Trilobites, graptolites, brachiopodes, mollusques, crinoïdes, radiolaires, foraminifères. Première apparition de nombreux fossiles. Restes peu abondants d'invertébrés primitifs, éponges, vers, algues, bactéries. Rares algues et bactéries remontant à au moins 3000 millions d'années pour les traces de vie les plus anciennes qui soient connues.

les processus souterrains se produisent hors de portée de l'influence du soleil (étant donné que les roches sont d'excellents isolants) et, dans la plupart des cas, ils se produisent par opposition à l'influence de la gravité.

L'énergie qu'exigent les processus souterrains se présente principalement sous forme de chaleur et provient de deux sources: a) la chaleur du centre de la terre, dont le noyau se refroidit lentement; et b) la chaleur provenant de sources de radioactivité naturelles. Des observations enregistrées près de la surface ont démontré que la chaleur augmente au fur et à mesure que l'on descend sous la surface à un taux d'environ 1° F par 100 pieds (ou 2 à 3° C par 300 mètres). On peut mesurer ces changements de température jusqu'à des profondeurs atteignant environ 5 milles sous la surface. Au-delà de cette profondeur, on ne peut mesurer les changements de température directement et on doit les interpréter à partir d'autres sources d'information, comme le comportement des secousses sismiques (tremblements de terre) dans les profondeurs de la terre. A partir de ces méthodes plutôt indirectes, on peut croire que les températures près du noyau varient autour de 4 000° C.

Le chaleur totale, venant de ces deux sources, qui se manifeste chaque année à la surface de la terre représente à peu près 1000 fois l'énergie qui provient chaque années des tremblements de terre et est environ 250 000 fois plus importante que l'énergie dégagée par l'explosion d'une bombe nucléaire d'une mégatonne (Press and Siever, 1978, Earth, W.H. Freeman & Co., San Francisco). Voilà une indication suffisante qu'il y a là suffisamment d'énergie pour "actionner" les processus géologiques souterrains. Ce sujet passionnant est traité plus en détail dans l'ouvrage mentionné ci-dessus (non inscrit sur votre liste) et dans les ouvrages 10 (chapitre 17, p. 307) et 6 (chapitres 2 et 3).

4. Magmatisme

L'existence de roche en fusion ou de magma à des températures élevées et sous une grande pression sous la surface de la terre ne sera mise en doute par aucun de ceux qui ont déjà été témoins d'une éruption volcanique et du jaillissement de la lave. L'examen de la lave refroidie révèle la présence de minéraux, de textures et de structures qu'on trouve également dans les affleurements de roches qu'on peut trouver à des endroits très éloignés des volcans actuellement actifs. Cette découverte nous a amenés à la conclusion que l'action volcanique était un phénomène répandu dans notre passé géologique et que c'est la raison pour laquelle on peut trouver des roches éruptives dans bien des régions où les volcans eux-mêmes sont depuis bien longtemps disparus sous l'effet de l'érosion. Le Nouveau-Brunswick est l'une de ces régions et un simple coup d'oeil sur la carte géologique de la province nous permet de voir bien des endroits, par exemple Bathurst-Newcastle, où les roches volcaniques sont abondantes.

Les roches volcaniques diffèrent les unes des autres par leur composition minérale de même que par leur texture et leur structure (comme vous pouvez le constater dans votre jeu de roches et les descriptions/illustrations que vous trouvez dans votre guide de laboratoire, chapitre 3, p. 19). On peut également trouver les mêmes variations, qui existent au niveau de la teneur minérale des roches volcaniques cristallines, dans les roches cristallines à plus gros grains (plutoniques) dont on connaît maintenant l'origine volcanique, mais qui semblent être le produit de magmas solidifiés.

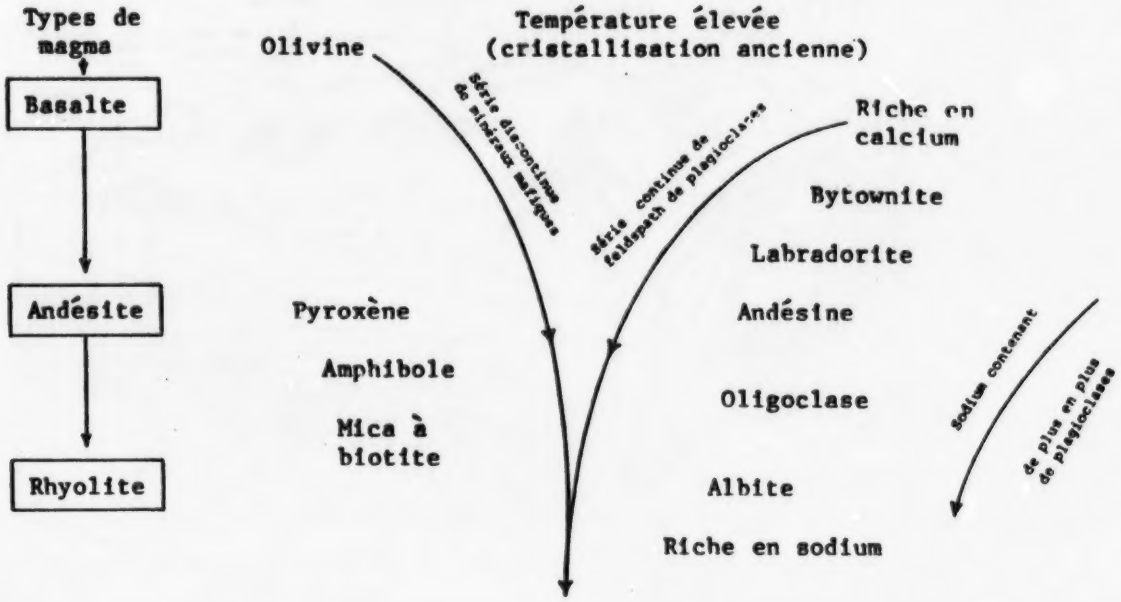
C'est grâce à un minéralogiste canadien, du nom de N.L. Bowen, que nous connaissons maintenant une grande variété de roches ignées (volcaniques et plutoniques) qui se sont formées à partir de la cristallisation de matières premières provenant de régions très profondes ou même de la base de la croûte

terrestre. (N.L. Bowen, 1956, The Evolution of the Igneous Rocks, Dover Publications, Inc., New York). Bowen fit fondre expérimentalement les composés chimiques qu'on trouve dans les roches ignées et contrôla le refroidissement des masses artificiellement fondues pour produire des "roches" synthétiques qui correspondaient suffisamment aux roches ignées naturelles pour permettre d'interpréter leur origine avec assez d'assurance, particulièrement en ce qui concerne celles qui se sont formées sous la surface, hors de toute observation directe. (La figure 4.2.3 illustre la série de réactions obtenues par Bowen).

Il n'est pas rare au Nouveau-Brunswick de trouver des exemples de roches plutoniques qui ont été exposées à de longues périodes d'érosion et qui proviennent de zones crustales profondes qui ont été soulevées au moment de la formation des chaînes de montagnes qui ont traversé cette région il y a des centaines de millions d'années. La carte géologique de la province laisse voir les régions où ces roches plutoniques sont exposées. (La figure 4.2.4 illustre quelques-unes des formes les plus communes ou modes d'affleurement des roches ignées).

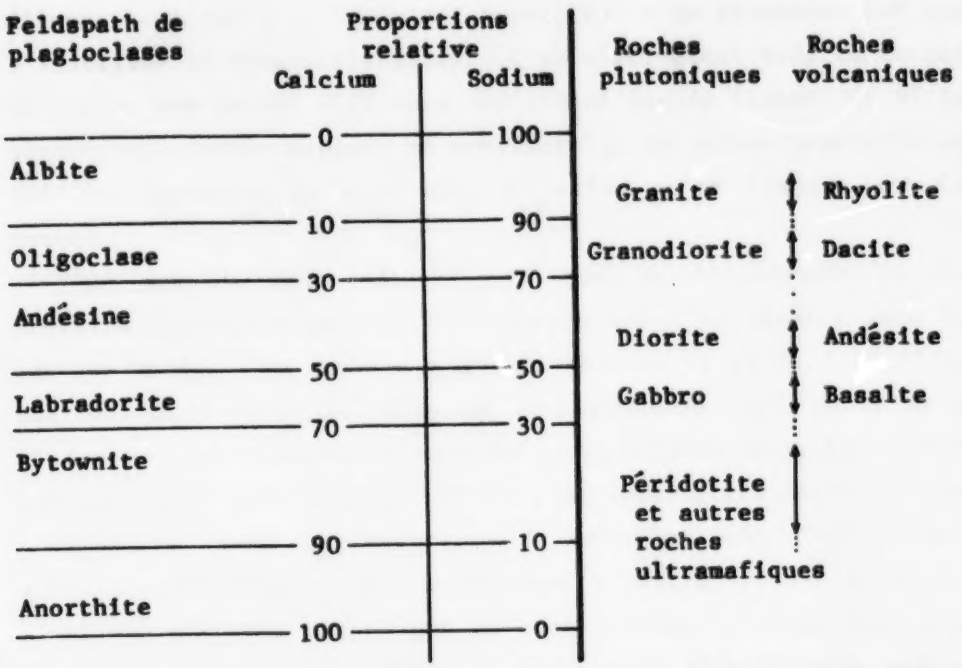
La "production" des diverses variétés de roches ignées à partir d'une source magmatique de matière première est connue sous le nom de "cristallisation fractionnée" ou de "différenciation magmatique" et les détails n'en sont pas fournis ici. (Vous trouverez plus de renseignements sur cette question dans l'ouvrage n° 10, chapitre 4, p. 62, et dans l'ouvrage n° 6, chapitre 5, p. 60, chapitre 11, p. 162, et chapitre 12, p. 188). Il s'agit cependant d'un concept important et le prospecteur devrait savoir, de façon générale, que ce processus explique en partie l'accumulation ou la concentration de certains éléments minéralisés qui autrement seraient répartis dans le magma en taux de concentration trop faibles pour leur donner une valeur économique.

(a)



Série de réactions de Bowen montrant comment la progression de la cristallisantion fractionnée d'une matière fondue mène à la formation de magmas différenciés.

(b)



Les divers types de roches ignées sont classés selon leur proportion relative d'albite (plagioclase de sodium) et d'anorthite (plagioclase de calcium) feldspathiques. Les limites entre les divres types de roches sont graduelles; les divisions entre les feldspaths sont définies arbitrairement.

FIG. 4.2.3 - Série de réactions de Bowen et classification des roches ignées.

Source: Press and Siever. 1978, The Earth, W.H. Freeman. and Company, San Francisco.

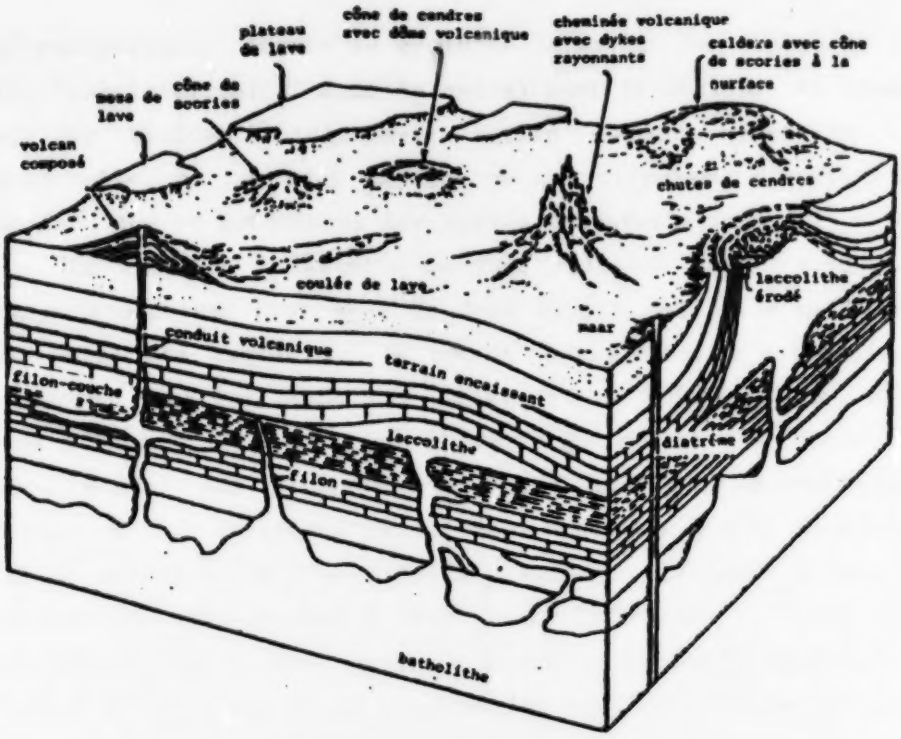


FIG. 4.2.4 - Modes d'affleurement ou formes communes des roches ignées. Source: Même que 4.2.3.

Les gîtes minéraux de Bathurst-Newcastle, à Mont Plaisant, les gisements de minéraux métalliques de nickel-cuivre de St. Stephen et bien d'autres au Nouveau-Brunswick semblent s'être concentrés en partie à cause d'une cristallisation magmatique. Vous trouverez d'autres exemples au niveau mondial dans l'ouvrage n° 9, chapitre 2, p. 22.

5. Métamorphisme

La compréhension de la formation des roches sédimentaires à (ou près de) la surface et de la formation des roches ignées (à la surface sous forme de gisements volcaniques et sous la surface sous forme de roches plutoniques) nous conduit logiquement à l'étude d'un autre processus qui se produit uniquement sous la surface. Cet autre processus est nécessaire pour expliquer le troisième type ou groupe important de roches (métamorphiques) que nous trouvons maintenant un peu partout dans les affleurements de roches mères, mais dont on ne peut observer le processus de formation nulle part à la surface aujourd'hui. Notre

connaissance de ce processus souterrain provient de deux sources d'investigation: a) l'étude des "produits" d'un processus qui est à l'origine de caractéristiques qui se distinguent très nettement de celles des roches sédimentaires et des roches ignées; et b) la reproduction expérimentale ou artificielle de roches synthétiques qui correspondent de très près à celles qu'on trouve dans la nature.

On possède des indices sûrs que la température et la pression augmentent au fur et à mesure que l'on pénètre sous la surface et que l'on descend à l'intérieur de la terre. Il n'est pas nécessaire d'avoir beaucoup d'imagination pour se faire à l'idée que des changements marqués se produisent dans les roches qui subissent cette chaleur et cette pression grandissantes. Ces changements sont particulièrement marqués pour les roches sédimentaires telles que le schiste argileux et le calcaire, ainsi que d'autres roches qui se sont formées à la surface sous des conditions de température et de pression relativement basses auxquelles nous sommes familiers.

A une extrémité de l'"échelle des changements" qui se sont produits dans les roches sous l'effet de la température et de la pression grandissantes, on trouve les conditions suffisantes pour convertir des sédiments désagrégés en roches sédimentaires solides. La différence entre ces deux matériaux est mince et on peut tout simplement l'expliquer par la compaction et la cimentation qui se sont produites en raison de leur enfouissement à une profondeur relativement faible dans des bassins qui se creusent progressivement. A l'autre extrémité, c'est la fusion complète des roches, par suite de températures et de pressions beaucoup plus élevées, qu'on peut imaginer d'une manière assez certaine dans les zones profondes à l'intérieur de la croûte ou près de son contact avec le manteau, à des dizaines de kilomètres sous la surface. La "pétrologie du métamorphisme", soit l'étude des roches de ce groupe, s'intéresse exclusivement aux transformations entre ces deux extrêmes ou, en d'autres mots, aux transformations qui affectent essentiellement les matières géologiques solides.

Les "agents" qui provoquent des transformations dans les roches pré-existantes (ignées, sédimentaires et autres roches

métamorphiques. Revoir le cycle de formation des roches et noter les "courts-circuits" dans le cycle) sont la chaleur, la pression et les fluides chimiquement actifs contenus dans la roche originelle, qui en sont rejetés ou qui circulent à travers elle pendant que se produisent les autres transformations.

La pression à laquelle on fait allusion dans l'explication du métamorphisme peut être de deux types: a) celle qui résulte du poids des roches de la couche supérieure, c'est-à-dire la pression "emprisonnante" ou la pression "hydrostatique" qui, à une faible profondeur sous la surface, exerce une force égale dans toutes les directions et tend ainsi, principalement, à compacter les matériaux du sol avec une plus grande densité; et b) la pression, "différentielle", qui est appliquée à partir de directions différentes à des taux différents. C'est cette différence entre deux types de pression dominante appliquée aux roches métamorphiques qui produit les deux principales catégories de roches métamorphiques, soit non feuilletées (pression emprisonnante dominante) et feuilletées (pression différentielle dominante).

Les différences dans les roches métamorphiques proviennent également des différences de l'influence relative de la chaleur et de la pression. Les roches qui ont été altérées presque entièrement par la chaleur sont communes près des zones de contact des importantes masses de roches plutoniques telles que les batholithes et les filons. On peut également observer et comparer des transformations semblables dans les fragments de roches préexistantes qui ont éclaté et qui se sont enfoncées dans des magmas de matières en fusion qui se sont plus tard cristallisés en emprisonnant ces fragments "étrangers". Les roches en fusion soumises principalement à une pression différentielle, plutôt qu'à une pression emprisonnante, ont tendance à contenir des minéraux en plaquettes ou sous forme de feuillets, comme la biotite et le chorite, qui se sont formés (à l'état solide) de préférence à angles droits par rapport à la direction de la pression maximale qui a été appliquée.

Les prospecteurs devraient comprendre le processus général du métamorphisme et le fait que les agents du métamorphisme ne se manifestent pas toujours d'une manière uniforme ou simultanée.

Ce dernier fait, combiné aux différences que présentent les roches originelles, explique les diverses variétés de roches métamorphiques. Toutefois, les roches métamorphiques les plus répandues sont celles qui laissent voir des signes d'une influence combinée de la chaleur et de la pression différentielle. Lorsqu'on trouve des roches de ce type dans de vastes régions comme le bouclier canadien, on parle de métamorphisme régional. Une grande partie des roches affleurantes dans le bouclier canadien ont connu un degré de métamorphisme tellement élevé qu'on ne parvient pas à reconnaître leurs caractéristiques originales et, par conséquent, leur origine demeure incertaine. (Ouvrage n° 4.)

Votre jeu de roches contient certaines variétés de roches métamorphiques que vous devriez examiner en consultant votre guide de laboratoire (chapitre 5, p. 5). Vous trouverez également d'autres renseignements dans les ouvrages n° 6 (chapitre 8) et n° 10 (chapitre 7, p. 116).

La plupart des roches les plus anciennes au Nouveau-Brunswick sont métamorphosées jusqu'à un certain point et vous trouverez des exemples de ce phénomène à divers endroits indiqués sur la carte géologique de la province.

6. Déformation des roches

La déformation des roches en de nouvelles positions ou configurations spatiales et géométriques, tout en conservant leurs autres caractéristiques originales, est chose commune. La plupart des roches consolidées ont été affectées jusqu'à un certain point par ce processus, qui fait appel à une certaine tension mécanique primaire existant dans l'écorce qui, comme on le sait, subit une transformation continuelle. Comme on l'a noté, ce processus est de nature plutôt mécanique et ne comporte pas de quantités importantes de chaleur comme c'est le cas pour le métamorphisme.

Ce processus peut être considéré comme un type très restreint de métamorphisme où la pression différentielle est de loin l'agent dominant. Le répartition des roches fortement déformées dans les "ceintures" de montagnes qui contiennent des roches fortement métamorphosées et plutoniques indique que, comme

on pourrait s'y attendre, un important processus de déformation mécanique est associé à ces autres processus souterrains. Toutefois, il est possible de voir des indices de légère déformation dans un grand nombre de roches qui sont très éloignées de ces ceintures (organiques).

La déformation des roches est un élément important pour le prospecteur car la connaissance des formes ainsi produites peut l'aider à éclaircir ou déchiffrer des phénomènes géologiques qui, autrement, lui sembleraient très complexes. D'un intérêt beaucoup plus immédiat, peut-être, est le fait que les roches déformées, dans bien des cas, indiquent les terrains où les minerais et les combustibles minéraux, tels que le pétrole et le gaz naturel, sont concentrés ou mécaniquement "emprisonnés". Les gîtes minéraux qui résultent du remplissage des cavités produites par la déformation des roches sont de loin les plus nombreux que l'on connaisse.

Toutes les roches possèdent, jusqu'à un certain point, des caractéristiques élastiques, c'est-à-dire qu'après avoir été "pliées" ou légèrement déformées, elles reprennent leur forme et leur position originelle une fois que la pression a cessé. Si la pression augmente au-delà de la capacité d'élasticité de la roche, cette dernière peut, dans certaines conditions, se fracturer ou se casser. Sous d'autres conditions (forte pression emprisonnante, chaleur, fluides), la roche peut se déformer "plastiquement" d'une manière telle qu'elle semble "couler", sans perdre sa cohésion ou ses caractéristiques apparentes autres que sa forme ou le volume qu'elle occupait. Ces deux types de déformation permanente sont connus respectivement sous le nom de "fragilité" et de "plasticité". La manière dont la roche se déforme et son degré de déformation dépendent de plusieurs variables: les propriétés physiques de la roche, l'importance et la direction de la pression différentielle qui est appliquée, la quantité de pression emprisonnante qui est appliquée, de même que la durée de la présence des fluides dans le "système".

En général et d'une manière simplifiée, une déformation fragile produit des failles, des fractures et autres "cassures" horizontales semblables dans les roches. Une déformation plastique produit divers types de "plis".

La géologie structurale, ou l'étude de la déformation des roches et des formes que cette déformation produit, est l'une des branches les plus importantes des sciences géologiques. Pour les besoins du présent cours, nous ne nous arrêterons qu'aux aspects géométriques, c'est-à-dire aux formes obtenues par ces processus. Vous trouverez une étude plus détaillée de ce sujet dans l'ouvrage n° 6 (chapitre 9, p. 126) et l'ouvrage n° 10 (chapitre 15, p. 262).

L'identification et la description des failles et des plis qui représentent une déformation ou un écart par rapport à la position ou à la forme de la roche avant son altération exigent une méthode permettant d'inscrire la position des caractéristiques planes dans l'espace. Ici, on laisse de côté l'étendue des caractéristiques horizontales pour n'en rentenir que la position ou la "disposition". Du point de vue spatial, le plan ~~horizontal~~ peut être décrit par sa direction et son pendage. Ces termes sont illustrés et décrits dans les ouvrages n° 6 et 10, et dans votre guide de laboratoire. Ils sont également illustrés dans la figure 4.2.5. L'habileté à déterminer les directions et pendages est l'une des qualités essentielles du prospecteur. Le visionnement de diapositives et la pratique surveillée vous aideront à développer cette aptitude. (Vous trouverez dans la figure 4.2.6 un tableau illustrant la signification de termes souvent utilisés au sujet des failles: le "toit" et le "mur").

Afin de reconnaître qu'une roche ou une série de roches ont été déformées par rapport à leur position ou à leur forme originelle, il faut que l'observateur soit capable de déterminer cette position, ou forme, originelle. La déformation produit des structures secondaires superposées sur les structures primaires ou originelles qui se sont produites dans la roche au moment de sa formation. La structure primaire la plus évidente, la plus répandue et la plus utile est la stratification des roches sédimentaires. Les plans de stratification originels des roches sédimentaires étaient essentiellement parallèles au niveau de la mer au moment où ces dépôts se sont formés. Ils nous servent donc, lorsqu'on peut les reconnaître, de référence pour connaître la position originelle de la roche avant qu'elle n'ait été déformée.

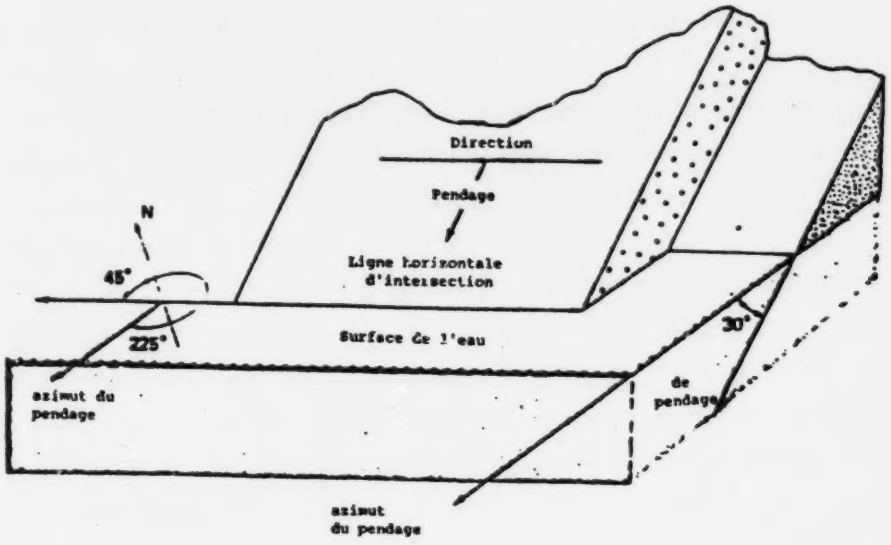


FIG. 4.2.5 - La direction, le pendage et l'azimut du pendage.

Source: Judson, Defreyes and Hargreves, 1976, Prentice-Hall Inc., New Jersey.

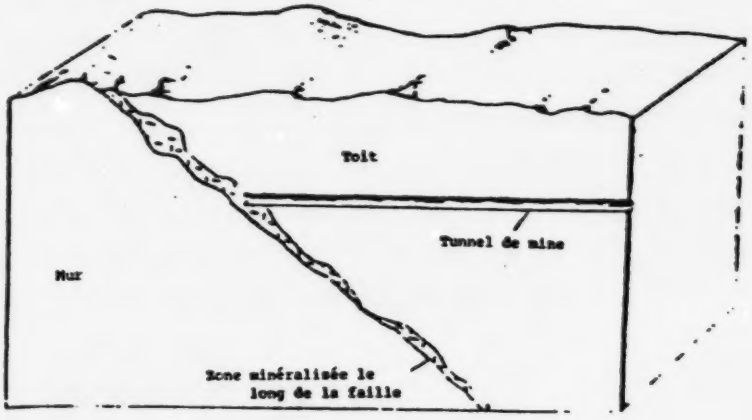


FIG. 4.2.6 - Toit et mur d'une faille.

Source: Birkeland and Larson, 1978, Putnam's Geology, 3e édition, Oxford University Press, New York.

Dans les roches fortement déformées, la stratification peut même être déversée, c'est-à-dire que les lits de ces roches peuvent être "tournés" vers le bas, ayant pivoté au-delà de 90° par rapport à leur position originale parallèle au niveau de la mer. En de tels cas, il est nécessaire d'identifier les "couches frontales" ou surfaces supérieures des lits afin de "reconstituer" la position originale des lits et, par conséquent, l'importance de la déformation qu'ils ont subie. (Ce phénomène vous sera démontré par l'instructeur).

Une autre caractéristique structurale essentielle à la compréhension de l'histoire géologique d'une région est la discordance. (Vous trouverez des exemples dans votre guide de laboratoire et dans les diapositives qui vous seront décrites par l'instructeur). Les discordances représentent des "lacunes" de sédimentation dans l'histoire d'une région résultant du soulèvement ou de la déformation des terrains adjacents qui étaient situés sous le niveau de la mer et qui, des sédiments s'y étant déposés, se sont élevés à une altitude où l'érosion s'est produite et a désagrégé ou interrompu la sédimentation. Le soulèvement s'accompagne habituellement d'une déformation des strates plus anciennes, puis d'une érosion de ses formes et de son relief, pour donner une surface relativement plate se présentant comme une "nouvelle" parallèle par rapport au niveau de la mer, sur laquelle les nouveaux sédiments sont déposés horizontalement en formant un angle par rapport aux roches antérieures qui ont été déformées.

Pour comprendre les failles, les plis et les discordances, il faut les étudier et se pratiquer à les visualiser, à les reconnaître sur les cartes et sur le terrain et à évaluer leur importance dans l'histoire géologique d'une région, particulièrement du fait que ces phénomènes peuvent apporter leur contribution ou jouer un rôle déterminant dans la concentration des minéraux métallifères et des combustibles minéraux. Vous trouverez un exposé sur l'aspect géométrique des structures secondaires dans l'ouvrage n° 2.

Au Nouveau-Brunswick, on peut trouver un exemple de concentration de minerai dans les failles et les fractures à la mine d'antimoine du lac George, à environ 25 milles à l'ouest de Fredericton. Le gisement de pétrole et de gaz naturel de Stoney

Creek, près de Moncton, est un exemple du rôle déterminant, ou de concentration, attribuable aux structures plissées. On connaît également bien d'autres dépôts plus petits et non-économiques de minéralisation attribuable à la structure, particulièrement dans les failles et les fractures.

Vous trouverez d'autres renseignements sur la détermination structurale des filons métallifères dans les ouvrages 4 et 9 où vous trouverez également des exemples additionnels tant au Canada que sur le reste du globe.

Le chapitre 16 de votre guide de laboratoire est consacré à la géologie structurale et il comprend une série d'exercices portant sur des cartes que vous trouverez très utiles pour comprendre cette question importante. A ce stage-ci du cours, on vous suggère de concentrer votre attention sur les pages 136 à 149 inclusivement.

7. Résumé

Dans les pages qui précèdent, nous avons tenté de vous présenter l'un des concepts les plus complexes et, par conséquent, les plus difficiles à comprendre dans le domaine des sciences géologiques: soit l'intérieur de la terre, le temps géologique, l'énergie interne, le magmatisme, le métamorphisme et la déformation des roches. Nous ne nous attendons pas que vous allez acquérir une compétence instantanée à la simple lecture des présentes notes ou des ouvrages qui y sont mentionnés. Les présentes notes et les démonstrations complémentaires qui sont recommandées sont conçues de manière à vous rendre familiers avec certains des aspects les moins évidents des processus géologiques et à vous indiquer, d'une façon préliminaire, leur importance dans l'intérêt spécialisé du prospecteur.

B. Cartes géologiques

1. Introduction

Les cartes géologiques sont la base à partir de laquelle le prospecteur organise le programme d'activités qui peuvent servir à la découverte d'un minerai.

Il existe des cartes géologiques à une échelle quelconque pour l'ensemble du Canada. Au Nouveau-Brunswick, il est possible d'obtenir aux divers bureaux du ministère des Ressources

naturelles des cartes géologiques pour l'ensemble de la province et des données géologiques passablement détaillées sur les cartes et dans les rapports relatifs à certaines régions. De plus, les données géologiques, géophysiques et géochimiques sont continuellement enrichies et mises à jour.

Les cartes et les rapports géologiques sont généralement publiés pour certaines régions particulières d'étendues diverses et selon des échelles correspondantes. De plus, il existe bien des cartes et des rapports de nature générale (ouvrage n° 4) de même que d'autres qui servent des intérêts plus spécialisés (ouvrage n° 11). Le prospecteur devrait connaître les sources de toutes les données géologiques pour la région qui l'intéresse et il devrait vérifier périodiquement la publication de nouvelles informations.

Lire et interpréter les cartes géologiques (et on prend pour acquis que ceci comprend les rapports qui accompagnent plusieurs de ces cartes) est une aptitude qui est basée sur la connaissance et l'expérience. Il s'agit d'une aptitude qui devrait être dévelopée tout au long de la vie active du prospecteur. Le prospecteur sérieux consacrera une bonne partie de l'hiver à étudier les cartes géologiques afin de pouvoir préparer d'une manière mieux organisée le travail sur place là où il croit avoir localisé un terrain favorable. Autrement, le prospecteur ne compte que sur la chance.

2. Echelles et données

Comme dans le cas des cartes topographiques, il faut toujours sélectionner les données lorsqu'on désire reproduire une certaine région sous la forme d'une carte qui représente 1/50 000 de la surface ainsi présentée. Ce sacrifice ou choix de l'information ainsi communiquée augmente en même temps qu'augmente l'étendue du terrain qui est représenté sur cette carte. Par exemple, la carte géologique du Nouveau-Brunswick, à l'échelle 1/500000, représente 500 000 pieds à la surface du sol pour un pied sur la carte. On pourrait aussi dire qu'un pouce sur la carte représente approximativement 8 milles sur le sol. Les cartes publiées à cette échelle sont utiles pour obtenir des renseignements très généraux, une ébauche de la région, l'histoire géologique, des comparaisons sur de grandes distances,

etc. On ne devrait pas s'attendre à ce que de telles cartes indiquent l'emplacement exact des affleurements qui ont permis d'interpréter les caractéristiques importantes de la région. Le prospecteur doit par conséquent être conscient de ce à quoi il peut s'attendre de l'examen des cartes géologiques (et autres) à diverses échelles.

Pour des raisons pratiques dans sa recherche de dépôts de minéraux métallifères, le prospecteur désire habituellement localiser les affleurements sur les cartes qu'il utilise. Les affleurements apparaissent rarement sur les cartes moins détaillées qu'un pouce par mille ou 1/50 000.

3. Affleurements et contacts géologiques, failles, plis, etc.

La densité et la répartition des affleurements localisés sur une carte géologique indiquent le degré de certitude ou de précision avec lequel le géologue peut situer les caractéristiques structurales comme les contacts entre les diverses formations rocheuses (éléments qui peuvent être inscrits sur une carte), les failles, les axes des plis, les discordances, etc., qui sont si importantes pour le prospecteur à cause de leur rôle déterminant sur la concentration du minerai. On utilise également divers symboles pour indiquer où ces diverses caractéristiques sont "clairement définies, approximatives ou hypothétiques". Ces distinctions sur une carte géologique sont importantes car elles peuvent indiquer les étendues ou les zones sur le sol où le prospecteur pourra effectuer des travaux plus détaillés et moins limités par le temps, qui lui révéleront possiblement d'autres affleurements, l'emplacement plus précis des caractéristiques structurales et même la minéralisation de minerais dont la présence aura échappé à l'équipe qui a établi la carte géologique.

Les équipes qui établissent les cartes géologiques tracent habituellement ces dernières d'une manière systématique sur une grille avec des lignes transversales (lignes qu'on peut suivre au pas et à la boussole) qui croisent le plan longitudinal sommaire de ces formations à angles droits. (Le plan longitudinal sommaire est obtenu à partir de cartes géologiques plus anciennes et moins détaillées, s'il en existe, sinon il est établi à partir de cartes topographiques ou de photographies aériennes sur

lesquelles le "grain" du relief reflète probablement la structure dominante de la région. L'écartement de ces lignes transversales sur le terrain est habituellement 1/2 fois l'échelle de la carte. En d'autres mots, si la carte est publiée à l'échelle d'un pouce par demi-mille, la distance entre deux lignes transversales sur le terrain sera environ d'un quart de mille. Il s'agit ici d'une généralisation et bien des variations sont possibles. Toutefois, sur les cartes qui indiquent les affleurements qui ont effectivement été rencontrés pendant la réalisation des levés géologiques, il est souvent possible pour le prospecteur de reporter les lignes transversales effectivement tracées par les géologues et, ainsi, de savoir où ces derniers sont passés et, mieux encore, où ils ne sont pas passés pendant la réalisation de leurs levés. (On peut effectivement voir les lignes transversales sur certaines cartes, mais ces lignes sont habituellement enlevées au moment de leur publication).

4. Interprétation des cartes géologiques

L'interprétation des cartes géologiques par et pour le prospecteur exige toute la connaissance des roches, des minéraux, des processus de surface et souterrains qu'il, ou elle, peut avoir acquise. Le but de l'interprétation est d'obtenir, à partir de la ou des cartes géologiques, des "indices" qui indiquent le lieu possible de la concentration de minéraux métallifères ou de combustibles minéraux. Reconnaissant que les concentrations de minerais sont des anomalies dans les substances constituant la croûte terrestre ou encore des situations inhabituelles qui sont souvent exprimées comme des irrégularités des caractéristiques géologiques (et autres), le prospecteur a une attirance particulière pour les sections des cartes géologiques où apparaissent des signes d'irrégularités ou d'anomalies dans la structure, le type de roche, etc.

Si des caractéristiques "irrégulières", soit des changements dans le plan longitudinal des contacts, les failles, les plis, les discordances, l'amincissement en coin et l'épaississement des groupes de roches, apparaissent sur une carte géologique, il s'agit alors d'étendues qu'il vaut la peine d'étudier sur place. Mais si aucune anomalie n'est indiquée sur une carte géologique, ceci ne veut pas nécessairement dire qu'il n'en existe pas. La

direction du cheminement du géologue peut les lui avoir fait manquer. L'échelle de polygonation et la carte elle-même peuvent n'être pas suffisamment détaillées pour localiser les petites irrégularités qui peuvent néanmoins être suffisantes pour la localisation de minerai à haute teneur. Si une minéralisation de minerai ou des gîtes minéraux sont connus dans une région qui a été cartographiée géologiquement, le prospecteur cherchera à retracer sur la carte toutes les caractéristiques géologiques qui semblent associées aux emplacements minéralisés. S'éloignant des zones connues de minéralisation, il, ou elle, cherchera les caractéristiques comparables apparaissant dans les régions où la minéralisation n'a pas été identifiée. Ici encore, les géologues peuvent ne pas voir certaines caractéristiques telles que des fractures, des joints, des altérations rapprochées, etc., que le prospecteur peut découvrir sur place.

Il n'y a pas deux filons métallifères qui soient semblables et, pareillement, il n'y a pas deux cartes géologiques qui soient identiques. En effet, les cartes géologiques d'une même région qui ont été préparées par des auteurs différents ou qui ont une échelle différente, ou les deux, représentent des éléments géologiques différents. Le prospecteur doit par conséquent extraire des cartes géologiques tous les renseignements qui risquent de l'aider dans sa recherche, mais il, ou elle, fera preuve de sagesse en tenant compte du fait que les cartes géologiques sont imparfaites et qu'elles sont des généralisations ou des représentations de certaines caractéristiques (non pas toutes) qu'on peut observer sur le terrain.

L'interprétation des cartes géologiques est l'aptitude la plus précieuse que le prospecteur puisse développer et, à ce stage-ci, la pratique à l'aide de cartes est probablement plus utile que la simple description de la formation des gîtes et des techniques utilisées pour les découvrir. D'autre part, le prospecteur débutant ne devrait pas se sentir découragé à cause de ses connaissances limitées sur la géologie, les gîtes minéraux, etc. Il y a bien des exemples qui démontrent que le bon sens, jumelé à des aptitudes limitées mais appuyé par des recherches consciencieuses sur le terrain, peut également produire des "trouvailles".

5. Exercices

Familiarisez-vous avec les signes conventionnels utilisés sur les cartes géologiques dont la liste vous est fournie à la page 139 de votre guide de laboratoire. (Ceci devrait être fait en fonction d'une étude d'une carte géologique quelconque, étant donné que les signes utilisés peuvent varier). Remarquez également la légende qui est donnée pour chacune des cartes de votre guide de laboratoire, pages 150 à 160 inclusivement, et comparez les légendes avec le tableau géochronologique de la figure 4.2.2 que vous trouverez dans les présentes notes. Vous devriez essayer de faire les problèmes qui apparaissent dans votre guide pendant vos temps libres une fois que vous aurez terminé, avec l'aide du professeur, les exercices qui suivent.

a) Exercice portant sur les profils géologiques .

b) Exercice portant sur la carte géologique de la région de Sussex*.

a) Exercice portant sur les profils géologiques

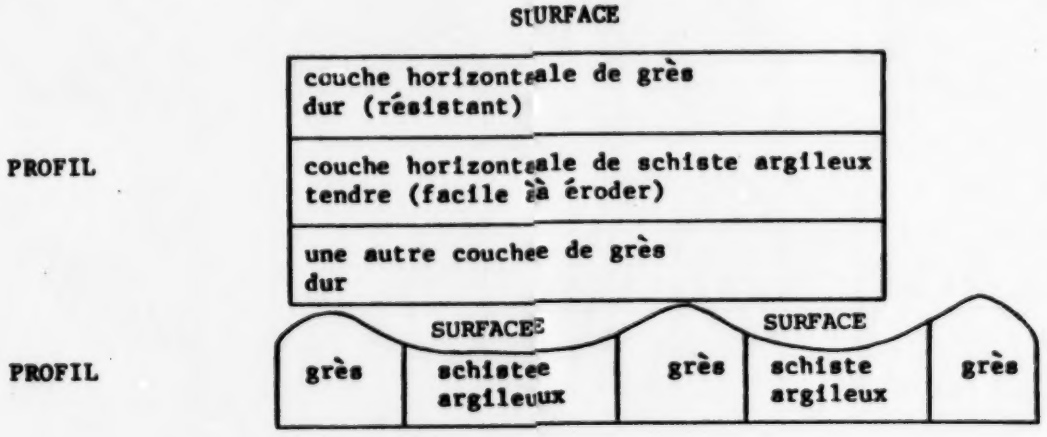
Le profil topographique permet à l'observateur de percevoir le relief ou la forme de la surface. Quoiqu'il s'agisse de renseignements utiles, il y manque certains éléments très importants qui peuvent être essentiels pour l'ingénieur ou autres spécialistes. Souvenez-vous par exemple que dans le film: "Where Did the Colorado Go?", un pourcentage important de l'eau qui était contenue dans l'un des réservoirs s'écoulait à travers la formation géologique poreuse et perméable qui affleure dans la zone de ce réservoir. Ce problème ne serait pas évident à la vue des seuls profils topographiques et c'est l'une des raisons pour lesquelles on complète le profil topographique à l'aide du profil géologique. Les deux profils combinés permettent à l'ingénieur ou autre planificateur de posséder de l'information non seulement au sujet du "relief" de la surface, mais également au sujet de la matière sous-jacente.

Les types de roches sur lesquelles repose une région influent profondément sur la topographie; les roches les plus résistantes au processus d'altération forment des côtes, des

*NOTE: La carte complète dont la figure 4.2.7 est tirée peut vous être fournie par l'instructeur.

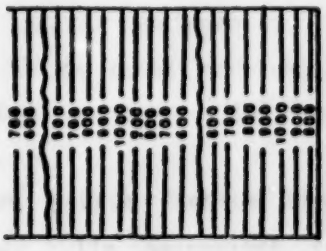
montagnes, tandis que celles qui sont facilement altérables occupent les régions peu élevées ou les dépressions: vallées, fond des lacs, etc. L'étude des formes de terrains et des formations de roches sous-jacentes qui les influencent porte le nom de "géomorphologie" et il s'agit d'une branche importante des sciences géologiques.

En plus des types de roches (ou de leur composition et par conséquent de leur résistance au processus d'altération), la structure (l'orientation des divers types de roches dans l'espace - sous la surface) influence le relief d'une région. Par exemple, une couche plate (horizontale) de grès sous-jacente dans une région contribuera à donner une surface plate, presque horizontale. Les couches alternées de roches dures et tendres, déformées au point d'être inclinées à la verticale, donnent une topographie semblablement constituée de côtes et de vallées.



COUPE DE SURFACE

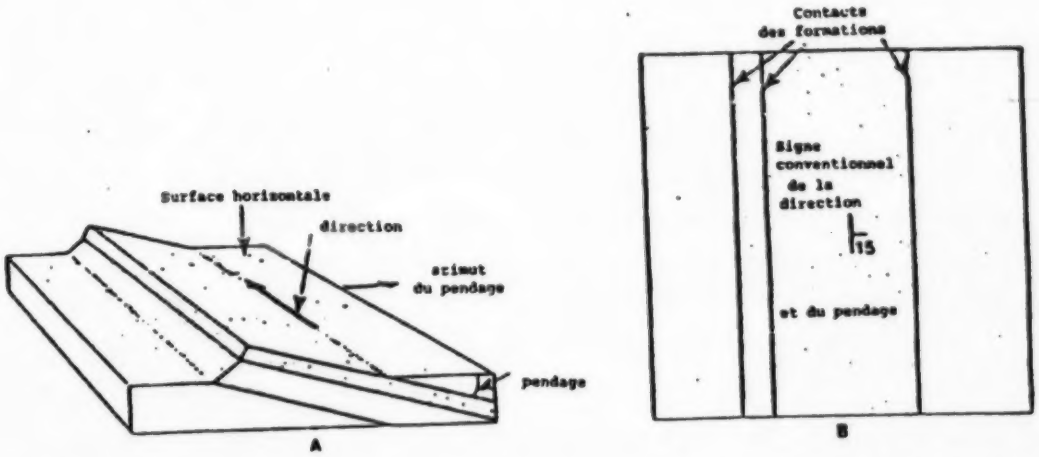
Surface relativement douce. Les rivières qui serpentent semblent n'obéir à aucune force déterminante



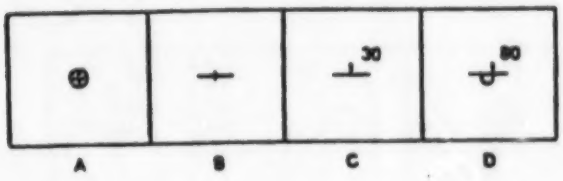
COUPE DE SUFACE

Surface vallonnée produite par l'alternance de strates résistantes et tendres intercalées et déformées en position verticale

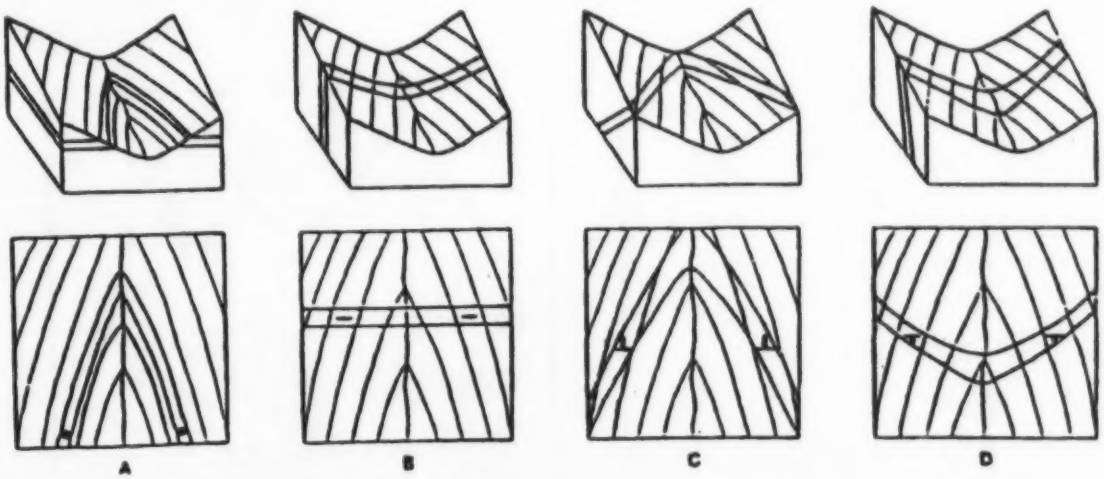
Pour indiquer l'orientation des formations de roches souterraines, les géologues utilisent des signes conventionnels tels que la direction et le pendage. Ces signes indiquent l'écart des formations sous-jacentes par rapport à la position horizontale. Ils sont basés sur des observations enregistrées sur le terrain à partir des affleurements de la roche mère (la croûte), puis projetées sur la surface et à une grande profondeur souterraine. Le schéma qui suit illustre la façon dont la direction et le pendage sont mesurés sur le terrain et la façon dont ils indiquent l'orientation des roches sous la surface. (Ne commencez pas cet exercice avant de comprendre l'utilisation des signes conventionnels. Il est important que vous vous rendiez compte que vous n'avez pas besoin de savoir comment, quand ou pourquoi les formations sont déformées. Tout ce qui vous concerne ici est l'arrangement géométrique de leur situation dans le moment présent.)



Schémas illustrant la direction et le pendage. (A) Schéma-bloc de quatre formations inclinées. (B) Carte géologique montrant la répartition superficielle des quatre formations. Leurs directions et pendages sont indiqués par ses signes conventionnels expliqués dans la figure 17-2.



Signes conventionnels utilisés pour indiquer les directions et les pendages des couches de roches sur les cartes géologiques. (A) Couches de roches horizontales. (B) Couche de roche verticale: La direction est indiquée par une longue ligne tracée dans la bonne direction mésurée avec une boussole. (C) Couche inclinée: direction du pendage indiquée par un "trait" et l'angle d'inclinaison indiqué en degrés. (D) Couche ~~transversale~~ déversée: parce que la couche a subi une rotation dan le plan vertical de plus de 90°, sa direction de pendage est indiquée par un "trait" en forme de courbe.



Schémas-blocs (en haut) et cartes géologiques (en bas) illustrant la relation entre la disposition de la roche mère et les variations topographiques. Les parties ombrées représentent la configuration des affleurements d'une formation. Signes conventionnels des plans longitudinal et transversal apparaissant sur les cartes géologiques. (A) Couche de roche horizontale. (B) Couche de roche verticale. (C) Couche de roche ayant une inclinaison en amont. (D) Couche de roche ayant une inclinaison en aval.

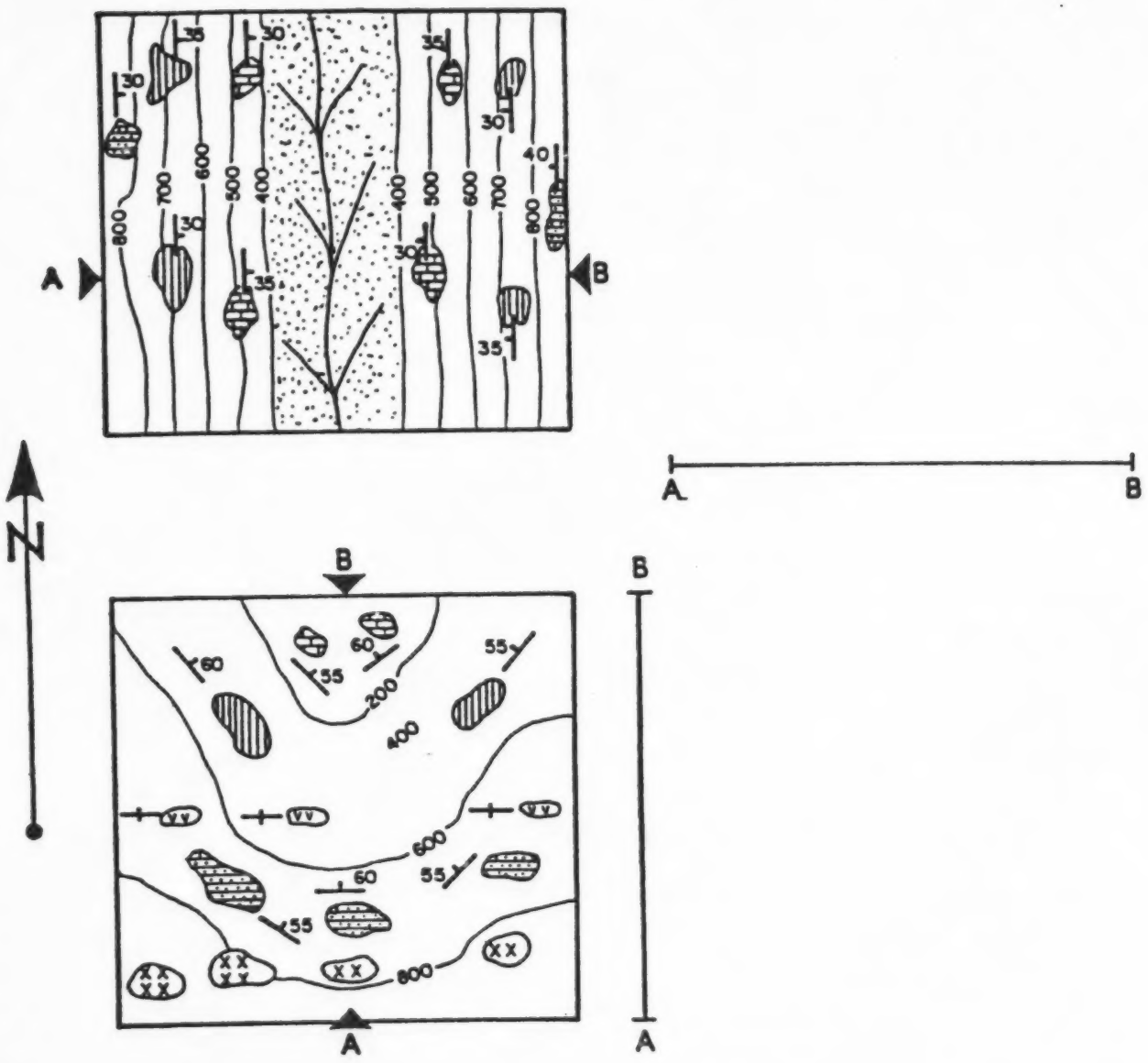
Deux petits dessins bien simples sont donnés à la page suivante. Ils pourraient représenter des parties de cartes géologiques ayant une échelle horizontale de, disons, un pouce

égale 500'. Les affleurements de divers types de roches sont esquissés sur les dessins et leurs directions et pendage sont indiqués là où on peut les observer dans quelque caractéristique plane propre à chacun des types de roche.

1) Colorier en foncé les affleurements de chaque type de roche.

2) Prolonger en pâle la disposition probable de chaque type de roche (basée sur les directions et pendages et la répartition des affleurements).

3) Tracer la coupe topographique et géologique combinée pour chaque dessin.


A
B
800
700
600
500
400
30
35
40
N
B
A
60
55
200
400
600
Dépôts fluvio-glaciaires
Calcaire
Coulées de lave mafiques
Grès
Filon de roche mafique
Granite

b) Exercice portant sur la carte géologique de la région de Sussex*

Vous trouverez à la page suivante une partie de la carte géologique de la région de Sussex, Nouveau-Brunswick. Vous y trouverez également la légende et la liste des signes conventionnels. Cette carte géologique comprend les courbes topographiques en plus de l'emplacement des affleurements eux-mêmes (indiqués par des X).

Coloriez en foncé les affleurements de chacune des formations puis en pâle les zones interprétées (à partir des affleurements) comme étant chacune des formations sous-jacentes. (Vérifiez la copie coloriée).

Notez la disposition (plans longitudinaux et transversaux) de plusieurs formations. Ces dispositions sont-elles parallèles aux contacts? Pourquoi? Les affleurements composent approximativement quel pourcentage de la région représentée sur la carte? (Encerclez en gros les zones où l'on trouve des groupes d'affleurements qui se situent à un quart de mille au plus l'un de l'autre).

Dessinez la coupe transversale topographique et géologique entre Southfield et Old McVille.

Le long de quels "cheminements" les informations géologiques reproduites sur cette carte ont-elles été obtenues?

Quelles zones ou caractéristiques considéreriez-vous dignes de travaux de prospection détaillés dans cette région? Pourquoi? Quels minéraux métallifères ou combustibles minéraux vous attendriez-vous à y trouver?

Quelles informations supplémentaires aimeriez-vous trouver sur une carte à cette échelle?

---

*NOTE: L'instructeur peut vous fournir la carte complète dont la figure 4.2.7 a été tirée.

FIGURE 4.2.7 Partie de le carte géologique de la région de Sussex - un pouce égale un mille.

LEGENDE — CARTE DE LA REGION DE SUSSEX

PALÆOZOIC

CARBONIFERE

Pennsylvanien

Groupe de Petitcodiac

14 Grès, schiste argileux et conglomérat

Mississippien et (7) Pennsylvanien

Groupe d'Hopewell

13 Conglomérat rouge, grès et schiste argileux

Mississippien

Groupe de Windsor

12 Calcaire et gypse principalement

Groupe de Moncton

10 Conglomérat de gris à rouge, grès, schiste argileux et calcaire noduleux

Groupe de Kennebecasis

11 Conglomérat de gris à rouge, grès et schiste argileux

9 FORMATION D'ALBERT: schiste argileux gris, grès, conglomérat et calcaire

PRE-CARBONIFERE

8 Roches sédimentaires schisteuses; roches mineures d'origine volcanique et intrusive

ORDOVICIEN ET/OU SILURIEN

6 Schiste rouge et gris: roches volcaniques

7 Groupe de Kingston
Roches volcaniques

CAMBRIEN

Groupe de Saint-Jean

5 — Brèche rouge et grise, grès et schiste argileux

PROTEROZOIC

Groupe de Coldbrook

4 — Roches volcaniques d'acides à basiques

ARCHÆAN

Groupe de Green Head

3 — Schiste graphiteux: quartzite dense et foncé, calcaire

2 — Gabbro. Probablement Dévonien

1 — Granite: 1P, probablement Précambrien: 1D, probablement Dévonien

Région fortement couverte de dépôts glaciaires	
Fissure	S.H.o
Affleurement de roche observé	x
Stratification (horizontale, inclinée, verticale)	+ ⊁ ⊁
Faille	
Stries glaciaires	→
Emplacement de fossiles	F
Route provinciale	n°2
Route et bâtiments	
Chemin peu fréquenté	
Piste	
Eglise	
Ecole	

Bureau de poste	
Cimetière	†
Station de triangulation	△
Phare	L.H.*
Câble de transport d'énergie électrique	———
Limite de comté (approximative)	— · — · — ·
Limite de paroisse (approximative)	—— —— —
Cours d'eau intermittent	~ ~ ~ ~
Marais	
Courbes (intervalles de 100 pieds)	500
Altitude en pieds au-dessus du niveau de la mer	317'

Geologie, par F.J. Alcock, 1941, 1943; G.S. MacKenzie, 1942.
Notes descriptives par F.J. Alcock.

Fond de carte compilé par 'Topographical Survey 1944', à partir de la carte de Sussex publiée en 1927, et réimprimée en 1939 par 'Hydrographic and Map Service'. Cartographie réalisée par la 'Drafting and Reproducing Division, 1945'.